

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

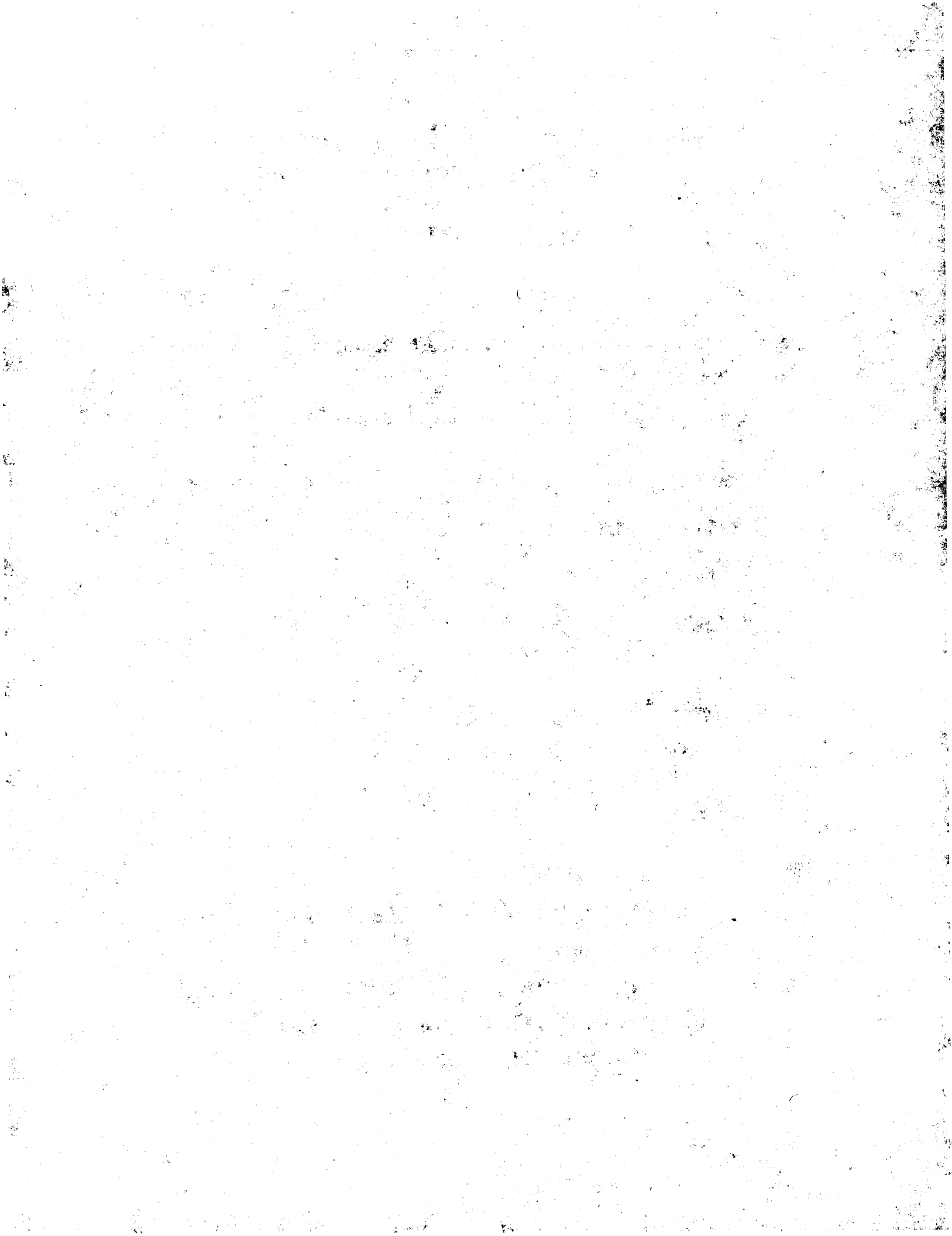
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-350171

(43) 公開日 平成11年(1999)12月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

C

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

M

D

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-154819

(22) 出願日 平成10年(1998)6月3日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐々木 智

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 工藤 久

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 柴山 哲也

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

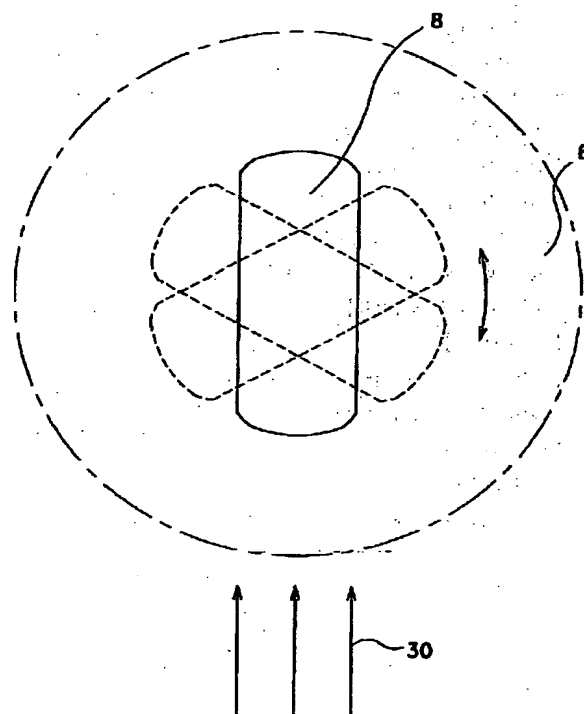
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 エッチング方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、エッチングを均一に行うことのできるエッチング方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明のエッチング方法は、基板に対してイオンビームを用いてエッチングするに際し、上記基板を面内方向に $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に対してイオンビームを用いてエッチングするに際し、

上記基板を面内方向に $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させることを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】 上記基板を面内方向に $\pm (180 \times n)$ °（ n は自然数）の範囲で繰り返し回転させることを特徴とする請求項1記載のエッチング方法。

【請求項3】 上記基板の面内方向における一方の方向への回転と、他方の方向への回転とを、同じ回数行うことを特徴とする請求項1記載のエッチング方法。

【請求項4】 第1の磁気コアと第2の磁気コアとが磁気ギャップを介して対向するように形成されてなる薄膜磁気ヘッドの製造方法において、
基板上に第1の磁気コアとなる第1の磁性層を形成する第1の磁性層形成工程と、

上記第1の磁性層形成工程で形成された第1の磁性層上に磁気ギャップとなる非磁性層を形成する非磁性層形成工程と、

上記非磁性層形成工程で形成された非磁性層上に第2の磁気コアとなる第2の磁性層を所定形状に形成する第2の磁性層形成工程と、

第2の磁性層形成工程で形成された上記第2の磁性層をマスクとして上記非磁性層と上記第1の磁性層とを、イオンビームエッチングにより当該非磁性層と当該第1の磁性層とを一体に所定形状とするエッチング工程とを備え、

上記エッチング工程では、上記基板を面内方向に $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項5】 上記エッチング工程において、上記基板を、面内方向に $\pm (180 \times n)$ °（ n は自然数）の範囲で繰り返し回転させることを特徴とする請求項4記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 上記エッチング工程において、上記基板の面内方向における一方の方向への回転と、他方の方向への回転とを、同じ回数行うことを特徴とする請求項4記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エッチング方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】エッチング技術は、半導体デバイス製造工程における微細パターン形成等、微細加工において広く用いられている。そして、ハードディスクドライブ装置等に搭載されている薄膜磁気ヘッドを製造するに際しても、エッチング技術が用いられている。

【0003】薄膜磁気ヘッドは、第1の磁性体と第2の磁性体とが磁気記録媒体との対向側の先端部において非

2

磁性層を介して形成されている。この非磁性層は、薄膜磁気ヘッドの磁気ギャップを形成している。そして、このような薄膜磁気ヘッドでは、第1の磁性体及び第2の磁性体の先端部がフォトリソグラフィ技術により所定形状に形成されて第1のポール及び第2のポールとされている。このとき、この薄膜磁気ヘッドのトラック幅は、第1のポール及び第2のポールの幅寸法により決定されている。また、薄膜磁気ヘッドのデプス位置は、第2のポールの後端部に形成されたデプス規制膜により決定される。

【0004】ハードディスクの高密度化に伴い、薄膜磁気ヘッドの狭トラック化、狭ギャップ化が必須の課題となっている。また、それに対応して、狭トラックでも記録フリンジング、すなわち、漏洩磁界の広がりの少ないヘッドが要求されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】薄膜磁気ヘッドの製造プロセスとして、狭トラック化における記録フリンジングを低減させるために、第2のポール形成後に、当該第2のポールをマスクとし、非磁性層及び第1の磁性体を一体にエッチングして所定形状に形成する、いわゆるトリミングエッチングという手法が採用されている。そして、これにより第1の磁性体の一部が第1のポールとして形成される。

【0006】このとき、磁気記録媒体との対向面となる側から見た第2のポールと第1の磁性体との境界部分の段差形状として、第2のポールと第1の磁性体とのなす角がほぼ直角であり、且つ、エッチング後の第2のポールの形状が、基板に垂直であり当該第2のポールの中心を通る線に対して対称であることが要求される。

【0007】従来は、トリミングエッチング時に、基板を面内方向で一方向に定速回転させながらエッチングを行っていた。しかし、マスクとなる第2のポールの後端部にはデプス規制膜が形成されており、基板を面内方向で一方向に定速回転させながらエッチングを行った場合、第2のポールに照射されるビームが不均一になってしまう。ビームが十分に照射される部分とビームが十分に照射されない部分とではエッチング量が異なることから、エッチング後の、磁気記録媒体との対向面における第2のポールの形状が、基板に垂直であり当該第2のポールの中心を通る線に対して非対称になってしまう。これが影響して、薄膜磁気ヘッドの記録フリンジングを悪化させ、歩留まりを低下させていた。

【0008】本発明は、上述したような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、エッチングを均一に行うことのできるエッチング方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のエッチング方法は、基板に対してイオンビームを用いてエッチングする

3

に際し、上記基板を面内方向に $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させることを特徴とする。

【0010】上述したような本発明に係るエッチング方法では、基板に対してエッチングを行う際に、上記基板を $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させているので、基板に対してビームが均一に照射されて、基板内におけるエッチング量のばらつきがなくなる。

【0011】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1の磁気コアと第2の磁気コアとが磁気ギャップを介して対向するように形成されてなる薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、基板上に第1の磁気コアとなる第1の磁性層を形成する第1の磁性層形成工程と、上記第1の磁性層形成工程で形成された第1の磁性層上に磁気ギャップとなる非磁性層を形成する非磁性層形成工程と、上記非磁性層形成工程で形成された非磁性層上に第2の磁気コアとなる第2の磁性層を所定形状に形成する第2の磁性層形成工程と、第2の磁性層形成工程で形成された上記第2の磁性層をマスクとして上記非磁性層と上記第1の磁性層とを、イオンビームエッチングにより当該非磁性層と当該第1の磁性層とを一体に所定形状とするエッチング工程とを備える。そして、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、上記エッチング工程では、上記基板を面内方向に $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させることを特徴とする。

【0012】上述したような本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、上記エッチング工程において、第2の磁性層をマスクとして上記非磁性層と上記第1の磁性層とをエッチングしているので、非磁性層を介して第1の磁性層と第2の磁性層とが位置ずれなく高精度に一体に所定形状に形成される。また、この薄膜磁気ヘッドの製造方法では、エッチング工程において、上記基板を面内方向に $\pm 180^\circ$ 以上の範囲で繰り返し回転させているので、マスクとなる第2の磁性層の陰となる部分に対しても均一にビームが照射されて、マスクとなる第2の磁性層の陰となる部分のエッチング量のばらつきがなくなる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0014】図1は、本発明を適用して製造される薄膜磁気ヘッドの一構成例を、要部を抜き出して示す斜視図である。また、図2は、図1中X₁-X₂線における断面図である。

【0015】この薄膜磁気ヘッド1は、非磁性基板2と、非磁性基板2上に形成された第1の絶縁層3と、第1の絶縁層3上に設けられた第1の磁性体4と、第1の磁性体4の一端部に凸設された第1のポール5と、第1のポール5上に形成された非磁性層6と、非磁性層6上に形成されたデプス規制膜7と、非磁性層6及びデプス規制膜7上に亘って設けられた第2のポール8とを備え

4

ている。また、この薄膜磁気ヘッド1は、第1の磁性体4上に形成された第2の絶縁層9と、第2の絶縁層9上に設けられた巻線層10と、巻線層10上に形成された第3の絶縁層11とを備えている。さらに、この薄膜磁気ヘッド1は、第2のポール8上から第3の絶縁層11上に亘って設けられた第2の磁性体12と、巻線層10の一端部から第3の絶縁層11上に亘って形成された端子導電層13とを備えている。

【0016】そして、この薄膜磁気ヘッド1は、第1のポール5と第2のポール8との間に磁気ギャップを形成しているとともに、第1のポール5-第2の磁性体12-第2のポール8によって閉磁路を形成している。

【0017】非磁性基板2は、例えば、 Al_2O_3-TiC 等により形成されている。第1の絶縁層3は、例えば Al_2O_3 等により形成されている。そして、これら非磁性基板2と絶縁層3とは、薄膜磁気ヘッド1の基体を構成している。

【0018】第1の磁性体4及び第2の磁性体12は、例えばNi-Fe等の軟磁性材料により形成されている。第2の磁性体12は、図2に示すように、磁気記録媒体20との対向面側（以下、前側とする。）とは反対側（以下、後ろ側とする。）の端部が第1の磁性体4と接続されている。

【0019】第1のポール5は、第1の磁性体4の前端部の中央に形成され、第1の磁性体4と一体に凸設されている。この第1のポール5は、例えば、Ni-Fe等の軟磁性材料からなる。

【0020】非磁性層6は、第1のポール5上に形成され、磁気記録媒体20に対する媒体対向面側が露出されている。また、この非磁性層6は、薄膜磁気ヘッド1の磁気ギャップを構成している。そして、非磁性層6は、第1のポール5及び第2のポール8の幅寸法によりトラック幅が規制されている。この非磁性層6は、例えば、 Al_2O_3 等からなる。

【0021】デプス規制膜7は、非磁性層6上に形成され、硬化樹脂等からなる。そして、このデプス規制膜7の前端部が、薄膜磁気ヘッド1のデプス0の位置となる。

【0022】第2のポール8は、非磁性層6上に配され、その後ろ側が、デプス規制膜7上に一部亘って形成されている。この第2のポール8は、例えばNi-Fe等の軟磁性材料により形成されている。また、第2のポール8は、非磁性層6と接している面の反対側の面が第2の磁性体12に接続されている。

【0023】第2の絶縁層9は、第1の磁性体4上であって、第1のポール5、非磁性層6及び第2のポール8の後ろ側に亘って形成されている。第2の絶縁層9は、 Al_2O_3 等の非磁性の絶縁材料により形成されている。

【0024】巻線層10は、例えば、Cu等の導電性材料により形成されている。この巻線層10は、渦巻状に

5

形成されている。また、第3の絶縁層11は、 SiO_2 等の非磁性の絶縁材料により形成されている。また、端子導電層13は、例えばCu等の導電性材料により形成され、その一端部が巻線層10の一端部と電氣的に接続されている。第3の絶縁層11は、例えば SiO_2 等の非磁性の絶縁材料により形成されている。

【0025】以上のように構成された薄膜磁気ヘッド1では、第1のポール5—第1の磁性体4—第2の磁性体12—第2のポール8によって閉磁路が形成されている。このため、この薄膜磁気ヘッド1は、第1のポール5と第2のポール8との間に磁位差が生じ、この磁位差による磁束が巻線層10を流れる電流と効率よく交差する。

【0026】そして、この薄膜磁気ヘッド1では、実効的なトラック幅が第1のポール5及び第2のポール8の幅寸法により規制される。このため、この薄膜磁気ヘッド1では、磁気ギャップの近傍に発生する漏洩磁界が抑制される。そして、薄膜磁気ヘッド1は、第1のポール5及び第2のポール8によって、磁気記録媒体20に対してデータ信号を確実に記録する。また、この薄膜磁気ヘッド1では、デプス規制膜7により、デプス0の位置が規定されるとともに第1及び第2のポールからの漏洩磁界のばらつきをなくして、磁気記録媒体20への記録磁界の印加を効率よく行うことができる。

【0027】以下、このような薄膜磁気ヘッド1の製造方法について図3～図19を参照しながら説明する。なお、図3～図5、図7、図9、図14及び図15は、図1に示すような薄膜磁気ヘッド1の製造工程を、媒体対向面側から示した図であり、図6、図8及び図16～図19は、図1に示すような薄膜磁気ヘッド1の製造工程を、図1中 X_1-X_2 線断面において示した図である。

【0028】薄膜磁気ヘッド1を製造する際には、まず、図3に示すように、非磁性基板2上に第1の絶縁層3を形成する。非磁性基板2の材料としては、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ が用いられる。また、第1の絶縁層3の材料としては、例えば Al_2O_3 が用いられる。そして、この非磁性基板2と第1の絶縁層3とは、薄膜磁気ヘッド1の基体を構成する。

【0029】次に、図4に示すように、この第1の絶縁層3上にNi-Feからなる第1の磁性体4を成膜する。第1の磁性体4を成膜するには、まず、第1の絶縁層3上にスパッタリング等によりNi-Feからなる第1のめっき下地膜を形成する。

【0030】次に、この第1のめっき下地膜上に、めっきにより第1のNi-Fe膜を成膜する。ここで、この第1のNi-Fe膜の組成は、例えばNiが80%、Feが20%とする。また、この第1のNi-Fe膜の厚さは、例えば3.5 μm とする。そして、この第1のNi-Fe膜上に、同様に第2のめっき下地膜を形成し、さらに、めっきにより第2のNi-Fe膜を成膜す

6

る。ここで、この第2のNi-Fe膜の組成は、例えばNiが45%、Feが55%とする。また、この第2のNi-Fe膜の厚さは、例えば0.5 μm とする。第2のNi-Fe膜は、第1のNi-Fe膜よりも高い飽和磁束密度Bsを有する。このようにして、組成比の異なる2層のNi-Fe膜からなる第1の磁性体4が形成される。

【0031】次に、図5に示すように、第1の磁性体4上に非磁性層6を形成する。非磁性層6は、例えば Al_2O_3 からなる。この非磁性層6の厚みは、例えば、260nmとする。

【0032】次に、図6に示すように、非磁性層6上の所定の位置に、例えば硬化樹脂からなるデプス規制膜7を形成する。このデプス規制膜7を形成するには、まず、非磁性層6上にレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術により、所定位置のレジストのみを硬化させて形成される。

【0033】次に、図7及び図8に示すように、非磁性層6上に所定形状の第2のポール8を形成する。第2のポール8を形成するには、まず、非磁性層6上にレジストを塗布し、フォトリソグラフィ技術により、所定形状のレジストパターンを形成する。具体的には、第2のポール8となる部分のみレジストが除去されたレジストパターンとする。次に、このレジスト上に磁性体を成膜し、レジストを当該レジスト上に塗布された磁性体とともに除去することで、非磁性層6上に所定形状の第2のポール8が形成された状態となる。この第2のポール8は、例えば、Ni-Feからなる。また、この第2のポール8の厚みは、例えば、4.5 μm とする。このとき、第2のポールの後ろ側は、デプス規制膜7上に亘って形成されている。

【0034】次に、図9に示すように、第2のポール8をマスクとして、非磁性層6と第1の磁性体4とをエッチングにより一体に所定形状に形成する。エッチングはイオンビームエッチングにより行う。

【0035】ここで、図10は、第2のポール8にイオンビーム30が照射される様子を模式的に示した図である。図10に示すように、第2のポール8は、上面及び底面が略長方形とされた略直方体状をしている。ここで、第2のポール8は、その後ろ側がデプス規制膜7上に亘って形成されているため、第2のポール8は、その後ろ側がデプス規制膜7の厚み分だけ盛り上がった状態となっている。このため、第2のポールの立体形状は、第2のポール8の上面の長辺の中心を通り第2のポール8の前面に平行な面に対して前側と後ろ側とで非対称となっている。

【0036】第2のポール8をマスクとして、非磁性層6と第1の磁性体4とをエッチングする際に、図10中斜線で示すように、第2のポール8の底面と非磁性層6との境界部分の近傍には、第2のポール8の陰となって

7

イオンビーム30が十分に当たらない部分が発生し、この部分では、非磁性層6が十分にエッチングされない。

【0037】さらに、上述したように、第2のボール8の立体形状は、第2のボール8の上面の長辺の中心を通り第2のボール8の前面に平行な面に対して前側と後ろ側とで非対称であるため、一部がデブス規制膜7上に亘って形成されている第2のボール8の後ろ側の陰となる部分は、第2のボール8の前側の陰となる部分よりも広い。このため、第2のボール8の後ろ側の陰となる部分では、第2のボール8の前側の陰となる部分に比べてイオンビーム30が十分に照射されないという問題が生じる。

【0038】このように、第2のボール8の陰となる部分に対してもイオンビーム30が均一に照射されないと、エッチング量にばらつきが生じ、エッチング後の第2のボール8の形状が悪化してしまう。特に、媒体対向面側から見た第2のボール8の形状が、第2のボール8の短辺の中心を通り当該短辺に垂直な線に対して非対称であると、薄膜磁気ヘッド1のフリンジング量を増加させるとともに、薄膜磁気ヘッド1の歩留まりを悪化させてしまう。

【0039】これまでに、基体に対して均一にイオンビーム30を照射するために、基体を面内で一方向に回転させながらエッチングを行う方法が採用されていた。

【0040】しかしながら、エッチング時に基体を一方向に回転させても、第2のボール8の回転方向に対するイオンビーム30の相対的な照射方向は同じであるため、上述したような、第2のボール8の、当該第2のボール8の上面の長辺の中心を通り前面に平行な面に対して前側と後ろ側との立体形状の非対称性に起因するイオンビーム30の照射の不均一をなくすことはできなかった。

【0041】そこで、本発明では、エッチング時に基体を一定範囲で繰り返し回転、往復させる。基体の回転角は、 $\pm 180^\circ$ 以上とする。

【0042】ここで、薄膜磁気ヘッド1の製造工程を示した図3～図9及び後掲する図14～図19では、1つの薄膜磁気ヘッドに対応する部分のみを示しているが、実際は、図11に模式的に示すように、例えば略円板状のウエハ31上に、薄膜磁気ヘッド1となる薄膜磁気ヘッド素子32が多数形成される。そして、各工程におけるウエハ31の位置合わせのために、この円板状のウエハ31の一部は切り欠かれてオリエンテーションフラット面33とされている。そして、本実施の形態においては、エッチング時にオリエンテーションフラット面33に対して垂直な方向からイオンビーム30が照射される位置を、基体の回転角が 0° の位置としている。また、基体を $\pm 180^\circ$ の範囲で回転させるとは、 0° の位置から一方の方向（プラス方向）に 180° の位置と、 0° の位置から上記プラス方向と反対の方向（マイナス方

8

向）に 180° の位置との間で、基体を繰り返し回転、往復させることをいう。

【0043】図12は基体を面内方向で繰り返し回転させる様子を模式的に示した平面図である。基体を回転させない場合、イオンビーム30は、例えば当該第2のボール8の上面の長辺に対して略平行に照射される。そして、基体の回転に従って、第2のボール8に対するイオンビーム30の照射方向が変化していく。図12に示すように、基体を回転させることで、第2のボール8に対するイオンビーム30の照射方向が変化し、それにつれて第2のボール8の陰となる部分に変化する。このとき、基体を一定範囲で繰り返し回転させることで、基体をプラス方向に回転させるときと、基体をマイナス方向に回転させるときとは、第2のボール8に対するイオンビーム30の照射方向が変化していく向きが異なることとなる。

【0044】そのため、第2のボール8の形状が、当該第2のボール8の上面の長辺の中心を通り前面に平行な面に対して前側と後ろ側とで非対称であっても、第2のボール8に対して均一にイオンビーム30を照射することができる。

【0045】従って、基体をプラス方向及びマイナス方向に繰り返し回転させることで、第2のボール8の前側の陰となる部分よりも広い、第2のボール8の後ろ側の陰となる部分にも十分にイオンビーム30を照射することができる。

【0046】従って、エッチングが均一に行われて、エッチング後の、媒体対向面における第2のボール8の形状を、第2のボール8の短辺の中心を通り当該短辺に垂直な線に対して略対称にすることができる。そして、媒体対向面における第2のボールの形状が、第2のボール8の短辺の中心を通り当該短辺に垂直な線に対して略対称とされて、フリンジング量の少ない薄膜磁気ヘッド1を得ることができる。

【0047】また、このとき、図13に示すように、イオンビーム30の照射方向に対して基体34を傾斜させながらエッチングを行うことが好ましい。イオンビーム30の照射方向に対して基体34を傾斜させることで、エッチング速度を上げることができる。イオンビーム30の照射方向に対する基体34の傾斜角 θ は、例えば 45° とする。

【0048】また、第2のボール8に対して均一にイオンビーム30を照射するには、プラス方向及びマイナス方向への回転角を $(180 \times n)^\circ$ とすることが好ましい。ここで、 n は自然数である。基体を $\pm (180 \times n)^\circ$ 回転させることで、第2のボール8の側壁部分の全体に対して均一にイオンビーム30を照射することができる。さらに、第2のボール8に対して均一な条件でイオンビーム30を照射するには、基体を略対称に回転させること、すなわち、基体のプラス方向への回転とマ

9

イナス方向への回動とを同じ回数行うことが好ましい。

【0049】また、エッチング時の条件として、エッチングガスとしては、例えばArが用いられる。また、エッチング時のプロセスガス圧を、例えば 4.0×10^{-4} Torr程度とする。そして、エッチング速度を、Ni-Feに対するエッチング速度として例えば60nm/分程度とする。

【0050】このようにして、図9に示したように、第2のポール8と非磁性層6と第1の磁性体4とが自己整合的に所定形状とされる。このとき、第1の磁性体4は一部が残されて形成されるとともに、先端部側の一部が残されて形成され、先端部側の中央部に立設された第1のポール5とされている。このため、第2のポール8は、第1のポール5と確実に位置合わせされる。

【0051】次に、図14に示すように、これら第1の磁性体4、第1のポール5及び第2のポール8上に第2の絶縁層9を形成する、そして、図15に示すように、この第2の絶縁層9の表面を研磨して平坦化する。このとき、第2のポール8の高さは2.0 μ mとする。

【0052】次に、図16に示すように、第2の絶縁層9上にパターンめっき法やイオンエッチング等により巻線層10を形成する。この巻線層10は、例えば、Cu等の導電性材料からなる。

【0053】次に、図17に示すように、この巻線層10上に第3の絶縁層11を形成するとともに、この第3の絶縁層11の表面を研磨して平坦化する。

【0054】そして、図18に示すように、この第3の絶縁層11にCF₄ガス等を用いた反応性イオンエッチングにより、第2のポール8が露出する第1の接続孔14と、巻線層10の一端部が露出する第2の接続孔15とを形成する。このとき、第3の絶縁層11は、第2の絶縁層9及び巻線層10に対してエッチングレートが大きい条件でエッチングされる。これにより、第1の接続孔14は、第1の磁性体4との境界で底面が平坦化される。また、これら第1の磁性体4及び第3の絶縁層11のバックギャップ位置に、エッチングにより第1の磁性体4の先端部側の中央部が露出する第3の接続孔16を形成する。

【0055】次に、図19に示すように、第3の絶縁層11上にスパッタリングにより第2の磁性体12を形成し、第3の絶縁層11上に端子導電層13を形成する。第2の磁性体12を形成するとき、第1の接続孔14を通じて第2のポール8に第2の磁性体12を接続する。また、第3の接続孔16を通じて第1の磁性体4の後端部に第2の磁性体12を接続する。この第2の磁性体12はエッチングにより所定形状に形成される。ここで、第2の磁性体12をフレームめっきで形成してもよい。また、端子導電層13を形成する際には、第2の接続孔15を通じて、巻線層10の一端部10aに端子導電層13の一部を接続する。

10

【0056】以上の工程の後、所定形状に切り出すことによって、図1に示したような薄膜磁気ヘッド1が完成する。

【0057】なお、上述した薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第2のポール8をNi-Feから形成する際に、第2のポール8を、Ni-Feの組成の異なる2層構成としてもよい。例えば、第2のポール層8を、Niが80%、Feが20%の第1のNi-Fe膜と、Niが45%、Feが55%の第2のNi-Fe膜とからなる2層構成とする。このとき、高い飽和磁束密度Bsを有する第2のNi-Fe膜が、非磁性層6側となるようにする。

【0058】

【発明の効果】本発明に係るエッチング方法では、基板に対してエッチングを行う際に、上記基板を±180°以上の範囲で繰り返し回動させているので、基板に対してビームを均一に照射することができる。従って、本発明のエッチング方法では、基板に対するエッチング量の差をなくすることができる。

【0059】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、エッチング工程において、基板を±180°以上の範囲で繰り返し回動させているので、エッチング工程により形成される一対の磁気コアの媒体対向面における形状を、基板に対して垂直であり当該磁気コアの中心を通る線に対して対称に形成することができる。従って、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、歩留まりを向上することができる。

【0060】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、一対の磁気コアを同時に形成することにより、一対の磁気コアの位置合わせの誤差の発生を防止し、高精度に位置合わせをすることができる。

【0061】従って、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、漏洩磁界が少なく、効率よく記録や再生を行うことが可能な薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用して製造される薄膜磁気ヘッドの一構成例を示す斜視図である。

【図2】図1中、X₁-X₂線における断面図である。

【図3】薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、非磁性基板状上に第1の絶縁層を形成した状態を示す正面図である。

【図4】薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第1の絶縁層上に第1の磁性体を形成した状態を示す正面図である。

【図5】薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第1の磁性体上に非磁性層を形成した状態を示す正面図である。

【図6】薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、非磁性層上にデプス規制膜を形成した状態を示す断面図である。

【図 7】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、非磁性層上に第 2 のボールを形成した状態を示す正面図である。

【図 8】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、非磁性層上に第 2 のボールを形成した状態を示す断面図である。

【図 9】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、非磁性層と第 1 の磁性体とを一体に所定形状とした状態を示す正面図である。

【図 10】 第 2 のボールにイオンビームが照射される様子を模式的に示した図である。

【図 11】 ウエハ上に多数の薄膜磁気ヘッド素子が形成されている状態を模式的に示す平面図である。

【図 12】 基体を繰り返し回転させたときの第 2 のボール様子にイオンビームが照射されるを模式的に示した図である。

【図 13】 イオンビームの照射方向に対して基体を傾ける様子を示した図である。

【図 14】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第 1 のボール、非磁性層及び第 2 のボールを第 2 の絶縁層で埋め込んだ状態を示す正面図である。

【図 15】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第 2 の絶縁層を研磨して、第 2 のボールの面出しを行った状態を示す正面図である。

【図 16】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第 2 の絶縁層上に巻線層を形成した状態を示す断面図である。

【図 17】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、巻線層上に第 3 の絶縁層を形成するとともにその上面を研削した状態を示す断面図である。

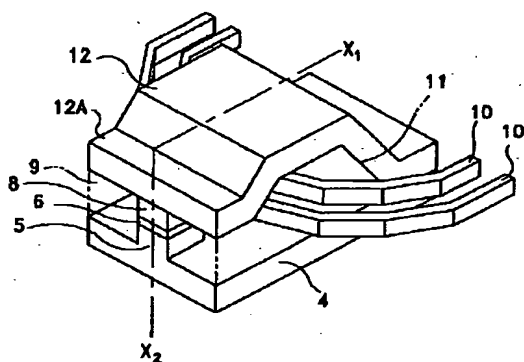
【図 18】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第 3 の絶縁層に接続孔を形成した状態を示す断面図である。

【図 19】 薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する図であり、第 3 の絶縁層に第 2 の磁性体及び端子導電層を形成した状態を示す断面図である。

【符号の説明】

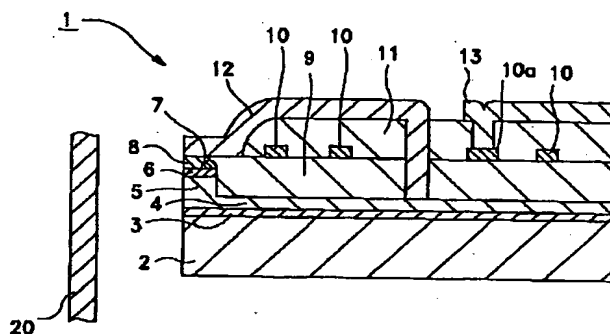
1 薄膜磁気ヘッド、 2 非磁性基板 3 絶縁層、
4 第 1 の磁性体、5 第 1 のボール、 6 非磁性層、
7 デプス規制膜、 8 第 2 のボール、 9 第 2 の絶縁層、
10 巻線層、 11 第 3 の絶縁層、 12 第 2 の磁性体、 13 端子導電層

【図 1】



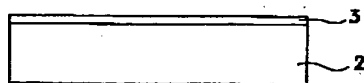
薄膜磁気ヘッドの要部斜視図

【図 2】

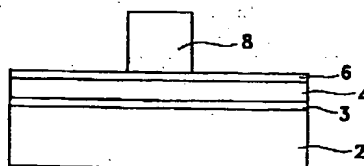


薄膜磁気ヘッドの部分断面図

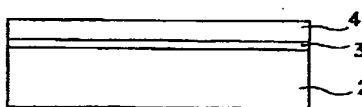
【図 3】



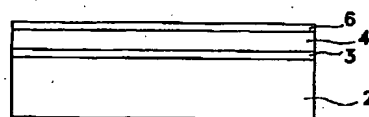
【図 7】



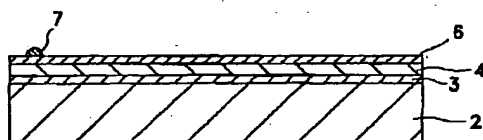
【図 4】



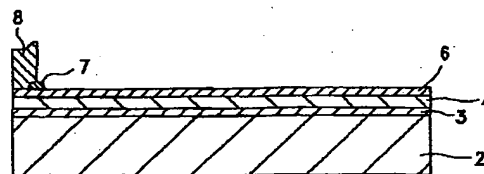
【図 5】



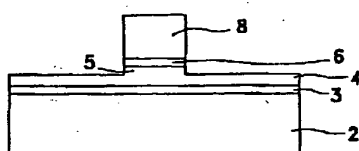
【図6】



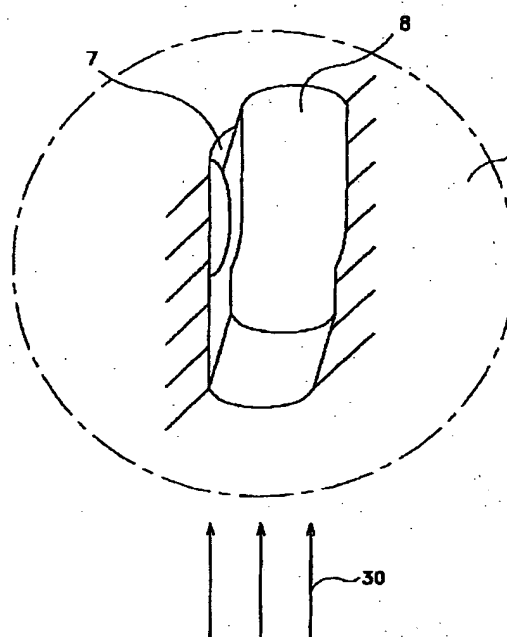
【図8】



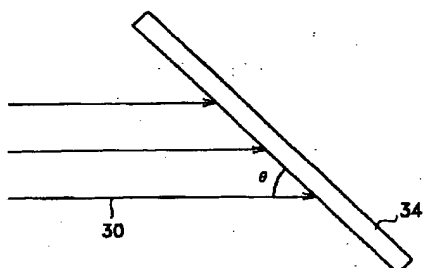
【図9】



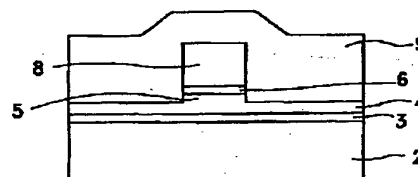
【図10】



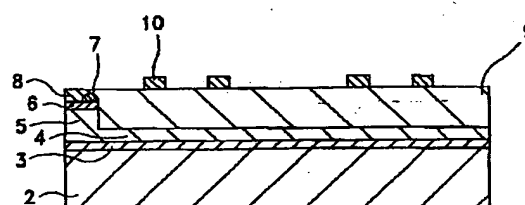
【図13】



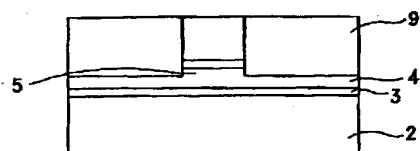
【図14】



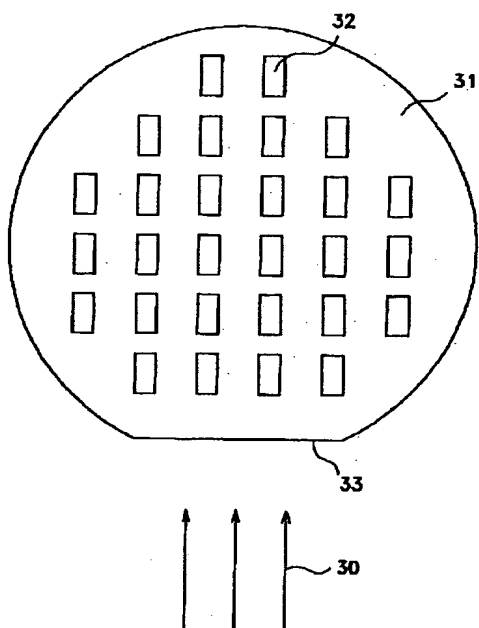
【図16】



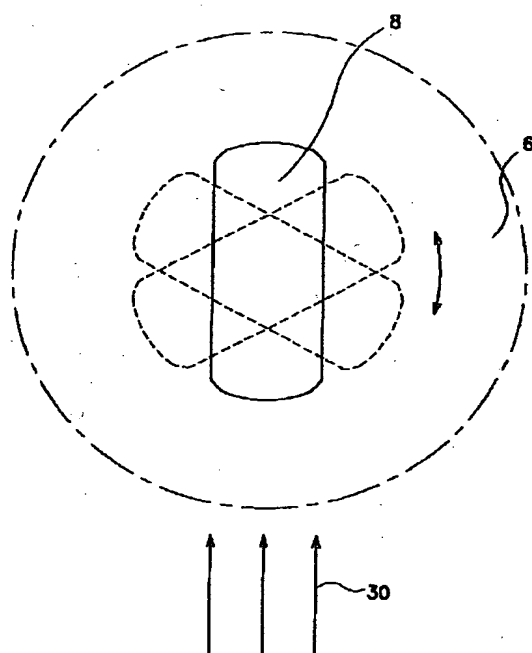
【図15】



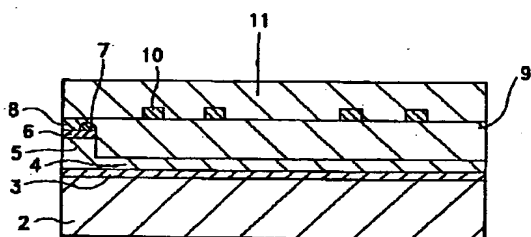
【図11】



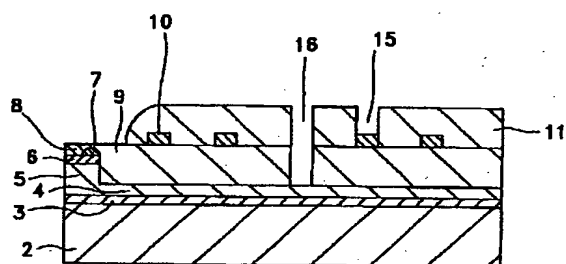
【図12】



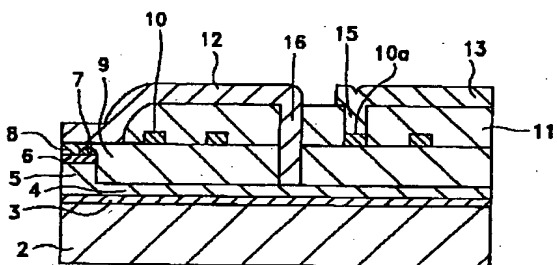
【図17】



【図18】



【図19】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-350171

(43)Date of publication of application : 21.12.1999

(51)Int.Cl.

C23F 4/00
G11B 5/31

(21)Application number : 10-154819

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 03.06.1998

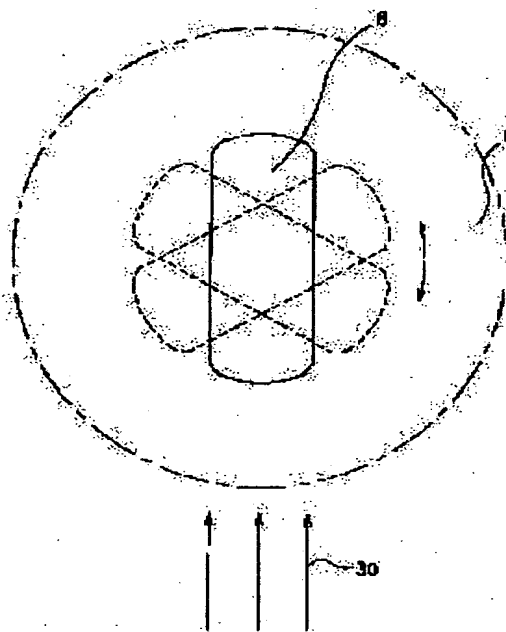
(72)Inventor : SASAKI SATOSHI
KUDO HISASHI
SHIBAYAMA TETSUYA

(54) ETCHING METHOD AND PRODUCTION OF THIN-FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To uniformly irradiate a substrate with a beam and to eliminate the variation of the etching quantity within the substrate by largely repetitively turning the substrate in an intra-surface direction in an etching stage using the ion beam.

SOLUTION: When the substrate is not turned, the substrate is irradiated with the ion beam 30 approximately parallel with the long side on the upper surface of a second pole 8. The substrate is repetitively turned and moved back and forth between the position of 180° in a plus direction and a position of 180° in a minus direction. As the substrate is turned, the irradiation direction of the ion beam 30 with second pole 8 changes and the portion which is the shade of the second pole 8 changes accordingly. The direction where the irradiation direction of the ion beam 30 with the second pole 8 is successively varied by repetitively moving the substrate within a specified range. Even if, therefore, the shape of the second pole 8 is asymmetrical on the front side and the rear side, the uniform irradiation with the ion beam 30 is made possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

© 2000 Blackwell Science Ltd *Journal of Internal Medicine* 247: 105–112

1. The first step in the process of the investigation is the identification of the problem. This is done by the investigator who is responsible for the study. The next step is to collect data. This is done by the investigator who is responsible for the study. The next step is to analyze the data. This is done by the investigator who is responsible for the study. The next step is to interpret the data. This is done by the investigator who is responsible for the study. The next step is to report the results. This is done by the investigator who is responsible for the study.

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The etching method characterized by facing *****ing using an ion beam to a substrate, and making field inboard repeat and rotate the above-mentioned substrate in **180 degrees or more.

[Claim 2] The etching method according to claim 1 characterized by making field inboard repeat and rotate the above-mentioned substrate in the range of $180 \times n$ (n is the natural number).

[Claim 3] The etching method according to claim 1 characterized by the thing in the field inboard of the above-mentioned substrate for which rotation to a direction and rotation to the direction of another side are performed the same number of times.

[Claim 4] The manufacture method of the thin film magnetic head which is formed and becomes so that the 1st magnetic core and 2nd magnetic core which are equipped with the following and characterized by repeating the above-mentioned substrate to field inboard in **180 degrees or more, and making it rotate it at the above-mentioned etching process may counter through a magnetic gap. The 1st magnetic layer formation process which forms the 1st magnetic layer used as the 1st magnetic core on a substrate The non-magnetic layer formation process which forms the non-magnetic layer used as a magnetic gap on the 1st magnetic layer formed at the magnetic layer formation process of the above 1st The 2nd magnetic layer formation process which forms the 2nd magnetic layer used as the 2nd magnetic core at a predetermined configuration on the non-magnetic layer formed at the above-mentioned non-magnetic layer formation process The etching process which makes a predetermined configuration a non-magnetic layer and the 1st magnetic layer concerned concerned by ion beam etching at one for the above-mentioned non-magnetic layer and the 1st magnetic layer of the above by using as a mask the 2nd magnetic layer of the above formed at the 2nd magnetic layer formation process

[Claim 5] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 4 characterized by making field inboard repeat and rotate the above-mentioned substrate in the range of $180 \times n$ (n is the natural number) in the above-mentioned etching process.

[Claim 6] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 4 characterized by the thing in the field inboard of the above-mentioned substrate for which rotation to a direction and rotation to the direction of another side are performed the same number of times in the above-mentioned etching process.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the etching method and the manufacture method of the thin film magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] Etching technology is widely used in micro processing, such as detailed pattern formation in a semiconductor device manufacturing process. And etching technology is used even if it faces manufacturing the thin film magnetic head carried in hard disk drive equipment etc.

[0003] As for the thin film magnetic head, the 1st magnetic substance and 2nd magnetic substance are formed through the non-magnetic layer in the point by the side of opposite with a magnetic-recording medium. This non-magnetic layer forms the magnetic gap of the thin film magnetic head. And in such the thin film magnetic head, the point of the 1st magnetic substance and the 2nd magnetic substance is formed in a predetermined configuration by photolithography technology, and let them be the 1st pole and the 2nd pole. At this time, the width of recording track of this thin film magnetic head is determined with the width-of-face size of the 1st pole and the 2nd pole. Moreover, the depth position of the thin film magnetic head is determined by the depth regulation film formed in the back end section of the 2nd pole.

[0004] In connection with the densification of a hard disk, the formation of a ** track of the thin film magnetic head and narrow gap-ization have been an indispensable technical problem. Moreover, corresponding to it, record fringing, i. e. a head with few breadths of a disclosure magnetic field, is demanded also by ** track.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to reduce record fringing in the formation of a ** track as a manufacture process of the thin film magnetic head, the technique of the so-called trimming etching of using the 2nd pole concerned as a mask, and ****ting to one and forming a non-magnetic layer and the 1st magnetic substance in a predetermined configuration after the 2nd pole formation, is adopted. And thereby, a part of 1st magnetic substance is formed as the 1st pole.

[0006] At this time, it is required that the angle of the 2nd pole and the 1st magnetic substance to make is almost right-angled, and the configuration of the 2nd pole after etching should be perpendicular to a substrate, and should be symmetrical to the line passing through the center of the 2nd pole concerned as a level difference configuration of the boundary portion of the 2nd pole and the 1st magnetic substance which were seen from the side used as an opposed face with a magnetic-recording medium.

[0007] It was etching making ** carry out fixed-speed rotation of the substrate by field inboard conventionally at the time of trimming etching on the other hand. However, the depth regulation film is formed in the back end section of the 2nd pole used as a mask, and when etching making ** carry out fixed-speed rotation of the substrate by field inboard on the other hand, the beam irradiated by the 2nd pole will be uneven. In the portion by which a beam is fully irradiated, and the portion by which a beam is not fully irradiated, since the amounts of etching differ, the configuration of the 2nd pole in an opposed face with the magnetic-recording medium after etching is perpendicular to a substrate, and will become unsymmetrical to the line passing through the center of the 2nd pole concerned. This influenced, record fringing of the thin film magnetic head was worsened, and the yield was reduced.

[0008] this invention is proposed in view of the conventional actual condition which was mentioned above, and aims at offering the etching method which can etch uniformly, and the manufacture method of the thin film magnetic head.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The etching method of this invention is faced ****ting using an ion beam to a substrate, and is characterized by making field inboard repeat and rotate the above-mentioned substrate in **180 degrees or more.

[0010] By the etching method concerning this invention which was mentioned above, since the above-mentioned substrate is repeated and rotated in **180 degrees or more in case it etches to a substrate, a beam is uniformly irradiated to a substrate and dispersion in the amount of etching in a substrate is lost.

[0011] Moreover, the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention The 1st magnetic layer formation process which is the manufacture method of the thin film magnetic head which is formed and becomes as the 1st magnetic core and 2nd magnetic core counter through a magnetic gap, and forms the 1st magnetic layer used as the 1st magnetic core on a substrate. The non-magnetic layer formation process which forms the non-

magnetic layer used as a magnetic gap on the 1st magnetic layer formed at the magnetic layer formation process of the above 1st. The 2nd magnetic layer formation process which forms the 2nd magnetic layer used as the 2nd magnetic core at a predetermined configuration on the non-magnetic layer formed at the above-mentioned non-magnetic layer formation process. It has the etching process which makes a predetermined configuration a non-magnetic layer and the 1st magnetic layer concerned concerned by ion beam etching at one for the above-mentioned non-magnetic layer and the 1st magnetic layer of the above by using as a mask the 2nd magnetic layer of the above formed at the 2nd magnetic layer formation process. And the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention is characterized by making field inboard repeat and rotate the above-mentioned substrate in ± 180 degrees or more at the above-mentioned etching process.

[0012] By the manufacture method of the thin film magnetic head concerning this invention which was mentioned above, in the above-mentioned etching process, since the above-mentioned non-magnetic layer and the 1st magnetic layer of the above are ~~*****~~ed by using the 2nd magnetic layer as a mask, the 1st magnetic layer and 2nd magnetic layer are formed in one with high precision without a position gap through a non-magnetic layer at a predetermined configuration. Moreover, by the manufacture method of this thin film magnetic head, in an etching process, since field inboard is made to repeat and rotate the above-mentioned substrate in ± 180 degrees or more, a beam is uniformly irradiated also to the portion used as the shade of the 2nd magnetic layer used as a mask, and dispersion in the amount of etching of the portion used as the shade of the 2nd magnetic layer used as a mask is lost.

[0013]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained.

[0014] Drawing 1 is the perspective diagram in which extracting an important section and showing the example of 1 composition of the thin film magnetic head manufactured with the application of this invention. Moreover, drawing 2 is a cross section in X1 in drawing 1 -X2 line.

[0015] The 1st insulating layer 3 by which this thin film magnetic head 1 was formed on the nonmagnetic substrate 2 and the nonmagnetic substrate 2. The 1st magnetic substance 4 prepared on the 1st insulating layer 3, and the 1st pole 5 which protruded in the end section of the 1st magnetic substance 4. It has the 2nd pole 8 continued and formed on the non-magnetic layer 6 formed on the 1st pole 5, the depth regulation film 7 formed on the non-magnetic layer 6, and a non-magnetic layer 6 and the depth regulation film 7. Moreover, this thin film magnetic head 1 is equipped with the 2nd insulating layer 9 formed on the 1st magnetic substance 4, the coil layer 10 prepared on the 2nd insulating layer 9, and the 3rd insulating layer 11 formed on the coil layer 10. Furthermore, this thin film magnetic head 1 is equipped with the 2nd magnetic substance 12 continued and prepared on the 3rd insulating layer 11 from on the 2nd pole 8, and the terminal conductive layer 13 continued and formed on the 3rd insulating layer 11 from the end section of the coil layer 10.

[0016] And this thin film magnetic head 1 is the 1st pole 5 while forming the magnetic gap between the 1st pole 5 and the 2nd pole 8. - The closed magnetic circuit is formed with the 2nd magnetic substance 12-2nd pole 8.

[0017] The nonmagnetic substrate 2 is formed of aluminum₂O₃-TiC etc. The 1st insulating layer 3 is formed for example, of the aluminum₂O₃ grade. And these nonmagnetic substrate 2 and the insulating layer 3 constitute the base of the thin film magnetic head 1.

[0018] The 1st magnetic substance 4 and the 2nd magnetic substance 12 are formed of soft magnetic materials, such as nickel-Fe. As the 2nd magnetic substance 12 is shown in drawing 2, the edge of an opposite side (it considers as the backside hereafter.) is connected with the 1st magnetic substance 4 by the opposed face side (it considers as an anterior hereafter.) with the magnetic-recording medium 20.

[0019] The 1st pole 5 is formed in the center of the front end section of the 1st magnetic substance 4, and protrudes in the 1st magnetic substance 4 and one. This 1st pole 5 consists of soft magnetic materials, such as nickel-Fe.

[0020] A non-magnetic layer 6 is formed on the 1st pole 5, and the medium opposed face side to the magnetic-recording medium 20 is exposed. Moreover, this non-magnetic layer 6 constitutes the magnetic gap of the thin film magnetic head 1. And as for the non-magnetic layer 6, the width of recording track is regulated by the width-of-face size of the 1st pole 5 and the 2nd pole 8. This non-magnetic layer 6 consists for example, of aluminum₂O₃ grade.

[0021] The depth regulation film 7 is formed on a non-magnetic layer 6, and consists of hardening resin etc. And the front end section of this depth regulation film 7 serves as a position of the depth 0 of the thin film magnetic head 1.

[0022] The 2nd pole 8 is arranged on a non-magnetic layer 6, and the backside continues in part on the depth regulation film 7, and it is formed. This 2nd pole 8 is formed of soft magnetic materials, such as nickel-Fe. Moreover, the field of the opposite side of the field where the 2nd pole 8 is in contact with the non-magnetic layer 6 is connected to the 2nd magnetic substance 12.

[0023] The 2nd insulating layer 9 is on the 1st magnetic substance 4, and is continued and formed in the 1st pole 5, a non-magnetic layer 6, and the backside of the 2nd pole 8. The 2nd insulating layer 9 is formed of the nonmagnetic insulating material of aluminum₂O₃ grade.

[0024] The coil layer 10 is formed of conductive material, such as Cu. This coil layer 10 is formed spirally. Moreover, the 3rd insulating layer 11 is formed of the nonmagnetic insulating material of SiO₂ grade. Moreover, the terminal conductive layer 13 is formed of conductive material, such as Cu, and the end section is electrically connected with the end section of the coil layer 10. The 3rd insulating layer 11 is formed of the nonmagnetic insulating material of for example, SiO₂ grade.

[0025] At the thin film magnetic head 1 constituted as mentioned above, it is the 1st pole 5-1st magnetic substance 4. - The closed magnetic circuit is formed by the 2nd magnetic-substance 12-2nd pole 8. For this reason, the magnetic potential difference produces this thin film magnetic head 1 between the 1st pole 5 and the 2nd pole 8, and the magnetic flux by this magnetic potential difference intersects efficiently the current which flows through the coil layer 10.

[0026] And the efficiency-width of recording track is regulated by the width-of-face size of the 1st pole 5 and the 2nd pole 8 in this thin film magnetic head 1. For this reason, in this thin film magnetic head 1, the disclosure magnetic field generated near the magnetic gap is suppressed. And the thin film magnetic head 1 records a data signal certainly to the magnetic-recording medium 20 with the 1st pole 5 and the 2nd pole 8. Moreover, in this thin film magnetic head 1, with the depth regulation film 7, while the position of a depth 0 is specified, dispersion in the disclosure magnetic field from the 1st and 2nd poles can be abolished, and the record magnetic field to the magnetic-recording medium 20 can be impressed efficiently.

[0027] Hereafter, it explains, referring to drawing 3 - drawing 19 about the manufacture method of such the thin film magnetic head 1. In addition, drawing 3 - drawing 5, drawing 7, drawing 9, drawing 14, and drawing 15 are drawings having shown the manufacturing process of the thin film magnetic head 1 as shown in drawing 1 from the medium opposed face side, and drawing 6, drawing 8 and drawing 16 - drawing 19 are drawings having shown the manufacturing process of the thin film magnetic head 1 as shown in drawing 1 in the X1 in drawing 1 -X2 line cross section.

[0028] In case the thin film magnetic head 1 is manufactured, as shown in drawing 3, the 1st insulating layer 3 is first formed on the nonmagnetic substrate 2. As a material of the nonmagnetic substrate 2, aluminum₂O₃-TiC is used, for example. Moreover, as a material of the 1st insulating layer 3, aluminum 2O₃ is used, for example. And this nonmagnetic substrate 2 and 1st insulating layer 3 constitute the base of the thin film magnetic head 1.

[0029] Next, as shown in drawing 4, the 1st magnetic substance 4 which consists of nickel-Fe on this 1st insulating layer 3 is formed. In order to form the 1st magnetic substance 4, the 1st plating ground film which consists of nickel-Fe by sputtering etc. is first formed on the 1st insulating layer 3.

[0030] Next, the 1st nickel-Fe film is formed with plating on this 1st plating ground film. Here, nickel makes it and Fe makes 20% composition of this 1st nickel-Fe film 80%. Moreover, thickness of this 1st nickel-Fe film is set to 3.5 micrometers. And the 2nd plating ground film is similarly formed on this 1st nickel-Fe film, and the 2nd nickel-Fe film is further formed with plating. Here, nickel makes it and Fe makes 55% composition of this 2nd nickel-Fe film 45%. Moreover, thickness of this 2nd nickel-Fe film is set to 0.5 micrometers. The 2nd nickel-Fe film has the saturation magnetic flux density Bs higher than the 1st nickel-Fe film. Thus, the 1st magnetic substance 4 which consists of a two-layer nickel-Fe film with which composition ratios differ is formed.

[0031] Next, as shown in drawing 5, a non-magnetic layer 6 is formed on the 1st magnetic substance 4. A non-magnetic layer 6 consists of aluminum 2O₃. Thickness of this non-magnetic layer 6 is set to 260nm.

[0032] Next, as shown in drawing 6, the depth regulation film 7 which consists of hardening resin is formed in the position on a non-magnetic layer 6. In order to form this depth regulation film 7, first, a resist is applied on a non-magnetic layer 6, and by photolithography technology, only the resist of a predetermined position is stiffened and it is formed.

[0033] Next, as shown in drawing 7 and drawing 8, the 2nd pole 8 of a predetermined configuration is formed on a non-magnetic layer 6. In order to form the 2nd pole 8, first, on a non-magnetic layer 6, a resist is applied and the resist pattern of a predetermined configuration is formed with photolithography technology. It considers as the resist pattern from which the resist was specifically removed only for the portion used as the 2nd pole 8. Next, the magnetic substance is formed on this resist and it will be in the state where the 2nd pole 8 of a predetermined configuration was formed on the non-magnetic layer 6, by removing with the magnetic substance to which the resist was applied on the resist concerned. This 2nd pole 8 consists of nickel-Fe. Moreover, thickness of this 2nd pole 8 is set to 4.5 micrometers. At this time, the backside of the 2nd pole is continued and formed on the depth regulation film 7.

[0034] Next, as shown in drawing 9, a non-magnetic layer 6 and the 1st magnetic substance 4 are formed in one by etching by using the 2nd pole 8 as a mask at a predetermined configuration. Ion beam etching performs etching.

[0035] Here, drawing 10 is drawing having shown typically signs that an ion beam 30 was irradiated on the 2nd pole 8. As shown in drawing 10, the 2nd pole 8 is carrying out the shape of an abbreviation rectangular parallelepiped by which the upper surface and the base were made the abbreviation rectangle. Here, since the backside continues on the depth regulation film 7 and the 2nd pole 8 is formed, the 2nd pole 8 is in the state where the backside rose by the thickness of the depth regulation film 7. For this reason, the solid configuration of the 2nd pole is unsymmetrical to a field parallel to the front face of the 2nd pole 8 at an anterior and the backside through the center of the long side of the upper surface of the 2nd pole 8.

[0036] In case a non-magnetic layer 6 and the 1st magnetic substance 4 are *****ed by using the 2nd pole 8 as a mask, as the slash in drawing 10 shows, near the boundary portion of the base of the 2nd pole 8, and a non-magnetic layer 6, the portion equivalent to which it becomes the shadow of the 2nd pole 8 and an ion beam 30 is not fully occurs, and a non-magnetic layer 6 does not fully ***** in this portion.

[0037] As mentioned above, furthermore, the solid configuration of the 2nd pole 8 The portions used as the shadow on the backside of the 2nd pole 8 with which the part is continued and formed on the depth regulation film 7 to the field parallel to the front face of the 2nd pole 8 through the center of the long side of the upper surface of the 2nd pole 8 since it is unsymmetrical at an anterior and the backside are laterus from the portion used as the shadow of the

anterior of the 2nd pole 8. For this reason, in the portion used as the shade on the backside of the 2nd pole 8, the problem that an ion beam 30 is not fully irradiated compared with the portion used as the shade of the anterior of the 2nd pole 8 arises.

[0038] Thus, if an ion beam 30 is not uniformly irradiated to the portion used as the shade of the 2nd pole 8, dispersion will arise in the amount of etching and the configuration of the 2nd pole 8 after etching will get worse. The configuration of the 2nd pole 8 especially seen from the medium opposed face side will worsen the yield of the thin film magnetic head 1, while making the amount of fringing of the thin film magnetic head 1 increase that it is unsymmetrical to a line perpendicular to the shorter side concerned through the center of the shorter side of the 2nd pole 8.

[0039] The method of etching, while making ** rotate a base in a field until now on the other hand, since an ion beam 30 is uniformly irradiated to a base was adopted.

[0040] However, since the relative direction of radiation of the ion beam 30 to the hand of cut of the 2nd pole 8 is the same even if it makes ** rotate a base at the time of etching on the other hand, The nonuniformity of irradiation of the ion beam 30 which originates in the asymmetry of the solid configuration an anterior and on the backside to a field parallel to a front face through the center of the long side of the upper surface of the 2nd pole 8 concerned of the 2nd pole 8 which was mentioned above was not able to be abolished.

[0041] Then, it rotates and a base is made to repeat and go in the fixed range in this invention at the time of etching. The rotation angle of a base is made into **180 degrees or more.

[0042] Here, in drawing 3 which showed the manufacturing process of the thin film magnetic head 1 - drawing 9 and drawing 14 which back-** - drawing 19, although only the portion corresponding to the one thin film magnetic head is shown, as typically shown in drawing 11 in practice, many thin film magnetic-head elements 32 used as the thin film magnetic head 1 are formed on the wafer 31 of an approximate circle tabular. And for the alignment of the wafer 31 in each process, a part of this disc-like wafer 31 is cut and lapped, and it is made into the orientation-flat side 33. And in the gestalt of this operation, the rotation angle of a base makes the position where an ion beam 30 is irradiated from a perpendicular direction to the orientation-flat side 33 at the time of etching the position which is 0 degree. Moreover, it says repeating a base with a position of 180 degrees in between in one [the position of 0 degree to] direction (the plus direction) as rotating a base in **180 degrees in the position of 180 degrees, and the position of 0 degree to the above-mentioned plus direction, and the opposite direction (the minus direction), and making it rotate and go.

[0043] Drawing 12 is the plan having shown typically signs that a base was repeated and rotated by field inboard. When not rotating a base, an ion beam 30 is irradiated by abbreviation parallel to the long side of the upper surface of the 2nd pole 8 concerned. And according to rotation of a base, the direction of radiation of the ion beam 30 to the 2nd pole 8 changes. As shown in drawing 12, the direction of radiation of the ion beam 30 to the 2nd pole 8 changes by rotating a base, and the portion which serves as shade of the 2nd pole 8 along with it changes. At this time, the sense from which the direction of radiation of the ion beam 30 to the 2nd pole 8 changes will differ by repeating and rotating a base in the fixed range in the time of rotating a base in the plus direction; and rotating a base in the minus direction.

[0044] Therefore, through the center of the long side of the upper surface of the 2nd pole 8 concerned, to a field parallel to a front face, even if the configuration of the 2nd pole 8 is unsymmetrical at an anterior and the backside, it can irradiate an ion beam 30 uniformly to the 2nd pole 8.

[0045] Therefore, an ion beam 30 can fully be irradiated by repeating and rotating a base in the plus direction and the minus direction also at the portion which serves as shade on the front and the backside of the 2nd pole 8 from the portion used as the shade of the anterior of the 2nd pole 8.

[0046] Therefore, etching is performed uniformly and can make the abbreviation symmetry the configuration of the 2nd pole 8 in the medium opposed face after etching to a line perpendicular to the shorter side concerned through the center of the shorter side of the 2nd pole 8. And it can obtain the thin film magnetic head 1 with few amounts of fringing, the configuration of the 2nd pole in a medium opposed face being used as symmetrical with abbreviation to a line perpendicular to the shorter side concerned through the center of the shorter side of the 2nd pole 8.

[0047] Moreover, it is desirable at this time to etch making a base 34 incline to the direction of radiation of an ion beam 30, as shown in drawing 13. An etch rate can be raised by making a base 34 incline to the direction of radiation of an ion beam 30. The tilt angle theta of the base 34 to the direction of radiation of an ion beam 30 is made into 45 degrees.

[0048] Moreover, in order to irradiate an ion beam 30 uniformly to the 2nd pole 8, it is desirable to make the rotation angle to the plus direction and the minus direction into ** (180xn). Here, n is the natural number. By doing ** (180xn) ** rotation of a base, an ion beam 30 can be uniformly irradiated to the whole side-attachment-wall portion of the 2nd pole 8. Furthermore, in order to irradiate an ion beam 30 on uniform conditions to the 2nd pole 8, it is desirable to make the abbreviation symmetry rotate a base, i.e., to perform rotation to the plus direction of a base and rotation to the minus direction the same number of times.

[0049] Moreover, as etching gas, Ar is used as conditions at the time of etching, for example. Moreover, process gas ** at the time of etching is set to about 4.0×10^{-4} Torr. And an etch rate is carried out in about 60nm/minute as an etch rate to nick I-F.

[0050] Thus, as shown in drawing 9, the 2nd pole 8, non-magnetic layer 6, and 1st magnetic substance 4 are made into a predetermined configuration at a self-adjustment target. While a part is left behind and the 1st magnetic substance 4 is formed at this time, the part by the side of a point is left behind and formed, and it considers as the

1st pole 5 set up by the center section by the side of a point. For this reason, alignment of the 2nd pole 8 is carried out as certainly as the 1st pole 5.

[0051] Next, as shown in drawing 14, the 2nd insulating layer 9 is formed on the 1st magnetic substance 4, the 1st pole 5, and the 2nd pole 8, and as shown in drawing 15, flattening of the front face of this 2nd insulating layer 9 is ground and carried out. The height of the 2nd pole 8 is set to 2.0 micrometers at this time.

[0052] Next, as shown in drawing 16, the coil layer 10 is formed by the pattern galvanizing method, ion etching, etc. on the 2nd insulating layer 9. This coil layer 10 consists of conductive material, such as Cu.

[0053] Next, as shown in drawing 17, while forming the 3rd insulating layer 11 on this coil layer 10, flattening of the front face of this 3rd insulating layer 11 is ground and carried out.

[0054] and the 1st connection which the 2nd pole 8 exposes by reactive ion etching which used CF₄ gas etc. for this 3rd insulating layer 11 as shown in drawing 18 — the 2nd connection which a hole 14 and the end section of the coil layer 10 expose — a hole 15 is formed. At this time, the 3rd insulating layer 11 *****s on the conditions that an etching rate is large, to the 2nd insulating layer 9 and coil layer 10, thereby — the 1st connection — as for a hole 14, flattening of the base is carried out on a boundary with the 1st magnetic substance 4. Moreover, the 3rd connection which the center section by the side of the point of the 1st magnetic substance 4 exposes to the back gap position of these 1st magnetic substance 4 and the 3rd insulating layer 11 by etching — a hole 16 is formed.

[0055] Next, as shown in drawing 19, the 2nd magnetic substance 12 is formed by sputtering on the 3rd insulating layer 11, and the terminal conductive layer 13 is formed on the 3rd insulating layer 11. The time of forming the 2nd magnetic substance 12 — the 1st connection — the 2nd magnetic substance 12 is connected to the 2nd pole 8 through a hole 14. Moreover, the 3rd connection — the 2nd magnetic substance 12 is connected to the back end section of the 1st magnetic substance 4 through a hole 16. This 2nd magnetic substance 12 is formed in a predetermined configuration of etching. Here, you may form the 2nd magnetic substance 12 with frame plating. Moreover — the time of forming the terminal conductive layer 13 — the 2nd connection — a part of terminal conductive layer 13 is connected to end section 10a of the coil layer 10 through a hole 15.

[0056] The thin film magnetic head 1 as shown in drawing 1 is completed by starting in a predetermined configuration after the above process.

[0057] In addition, in the manufacture method of the thin film magnetic head mentioned above, in case the 2nd pole 8 is formed from nickel-Fe, it is good also as two-layer composition from which composition of the 2nd pole 8 of nickel-Fe differs. For example, the 2nd pole layer 8 is considered as the two-layer composition to which Fe serves as [nickel] 80% and Fe serves as [nickel] 20% of 1st nickel-Fe film from 55% of 2nd nickel-Fe film 45%. It is made for the 2nd nickel-Fe film which has the high saturation magnetic flux density B_s to become a non-magnetic layer 6 side at this time.

[0058]

[Effect of the Invention] By the etching method concerning this invention, since the above-mentioned substrate is repeated and rotated in **180 degrees or more in case it etches to a substrate, a beam can be uniformly irradiated to a substrate. Therefore, by the etching method of this invention, the difference of the amount of etching to a substrate can be abolished.

[0059] By the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention, since the substrate is repeated and rotated in **180 degrees or more in an etching process, it is perpendicular to a substrate in the configuration in the medium opposed face of the magnetic core of the couple formed of an etching process, and can form symmetrically to the line passing through the center of the magnetic core concerned. Therefore, the yield can be improved by the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention.

[0060] Moreover, by the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention, by forming the magnetic core of a couple simultaneously, generating of the error of the alignment of the magnetic core of a couple can be prevented, and alignment can be carried out with high precision.

[0061] Therefore, by the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention, the thin film magnetic head [there are few disclosure magnetic fields and] which can perform record and reproduction efficiently can be obtained.

[Translation done.]

